

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/102567 A1

- [Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/102567 A1



KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Anordnung aus einem Bauteil und einer Kontrollvorrichtung,
Verfahren zum Herstellen der Anordnung und Verwendung der
Anordnung**

5 Die Erfindung betrifft eine Anordnung aus einem Bauteil und
mindestens einer Kontrollvorrichtung zum Erfassen einer
Degradation des Bauteils. Daneben werden ein Verfahren zum
Herstellen der Anordnung und ein Verfahren zum Überprüfen
einer Funktionsfähigkeit des Bauteils unter Verwendung der
10 Anordnung angegeben.

Die DE 36 36 321 A1 zeigt eine Anordnung und ein Verfahren
zur Feststellung des Verschleisszustandes eines Bauteils.

15 Eine Anordnung der genannten Art ist beispielsweise im
Zusammenhang mit einer Brennkammer einer Gasturbine bekannt.
Die Brennkammer weist einen Innenraum und ein den Innenraum
umgebendes Gehäuse auf. Im Innenraum der Brennkammer wird ein
fossiler Brennstoff verbrannt. Bei der Verbrennung wird eine
20 Temperatur von bis zu 1500°C erreicht. Dabei treten auch
korrosive Gase auf, die das Gehäuse der Brennkammer
angreifen. Zum Schutz des Gehäuses vor den hohen Temperaturen
und vor einem Angriff korrosiver Gase ist die Brennkammer mit
einer Vielzahl von sogenannten keramischen Hitzeschilden
25 ausgekleidet.

Ein Hitzeschild ist ein Bauteil aus einem Bauteilmaterial,
das eine sehr gute Temperatur- und Korrosionsbeständigkeit
aufweist. Das Bauteilmaterial ist beispielsweise ein
30 keramisches Material in Form von Mullit. Aufgrund einer
porösen Struktur mit einer Vielzahl von Mikrorissen zeigt das
keramische Material ein sehr gutes Thermoschockverhalten.
Eine sehr starke Temperaturschwankung, die beispielsweise
beim Unterbrechen des Verbrennungsprozesses in der
35 Brennkammer der Gasturbine auftritt, wird ausgeglichen, ohne
dass das Hitzeschild zerstört wird. Allerdings kann es bei
einer mechanischen Überlastung des Hitzeschildes zu einer

Degradation des Hitzeschildes kommen. Es kann sich ein Riss (Makroriss) im Hitzeschild bilden. Ein derartiger Riss bildet sich dabei insbesondere an einem Rand des Hitzeschildes. Im Betrieb kann es zu einer Ausbreitung des Risses in Richtung Mitte des Hitzeschildes kommen. Der Riss wirkt sich bis zu einer bestimmten Länge nicht nachteilig auf die Funktionsfähigkeit des Hitzeschildes aus und kann deshalb toleriert werden. Überschreitet der Riss aber eine bestimmte Länge, so ist die Funktionsfähigkeit des Hitzeschildes nicht mehr gesichert. Ein Austausch des Hitzeschildes ist erforderlich, um einen durch den Riss verursachten Bruch des Hitzeschildes während des Betriebs der Gasturbine zu vermeiden. Es ist also unbedingt notwendig, einen vorhandenen Riss zu erkennen und die Länge des Risses zu bestimmen.

Das Erfassen des Risses bzw. der Länge des Risses des Hitzeschildes wird während einer Standphase der Gasturbine mit Hilfe einer Kontrollvorrichtung zum optischen Erfassen des Risses durchgeführt. Das Erfassen erfolgt in der Regel vom Innenraum der Brennkammer aus. Dabei wird ein optisch zugänglicher Oberflächenabschnitt des Hitzeschildes kontrolliert, der dem Innenraum der Brennkammer zugewandt ist. Soll dagegen die Rückseite des Hitzeschildes kontrolliert werden, ist dies oft nur mit einem Ausbau des Hitzeschildes möglich. Die Rückseite ist ein Oberflächenabschnitt des Hitzeschildes, der dem Innenraum der Brennkammer abgekehrt ist. Das aufgezeigte Verfahren zum Erfassen der Degradation und damit zum Überprüfen der Funktionsfähigkeit des Hitzeschildes ist sehr zeitaufwändig und damit kostenintensiv.

Aufgabe der Erfindung ist es, aufzuzeigen wie eine Degradation eines Bauteils einfach, schnell und sicher erfasst werden kann.

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Anordnung aus einem Bauteil und mindestens einer Kontrollvorrichtung zum Erfassen einer Degradation des Bauteils angegeben.

Die Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass die

- 5 Kontrollvorrichtung mindestens eine von einer Funktion des Bauteils entkoppelte elektrisch leitfähige Kontrollstruktur mit einer bestimmten elektrischen Eigenschaft aufweist, und das Bauteil und die Kontrollstruktur derart fest miteinander verbunden sind, dass die Degradation des Bauteils eine
- 10 Degradation der Kontrollstruktur und damit eine Änderung der bestimmten elektrischen Eigenschaft der Kontrollstruktur bewirkt. Ausserdem besteht keine permanente elektrische Verbindung oder permanente elektromagnetische Kopplung.

- 15 Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Verfahren zum Herstellen der Anordnung mit den folgenden Verfahrensschritten angegeben:

- a) Aneinander Anordnen des Bauteils und der Kontrollstruktur und
- 20 b) festes Verbinden des Bauteils und der Kontrollstruktur,
- c) Bereitstellen einer Kontrollvorrichtung (3), die nicht permanent mit der Kontrollvorrichtung (4) elektrisch oder elektromagnetisch verbunden wird.

- 25 Darüber hinaus wird zur Lösung der Aufgabe ein Verfahren zum Überprüfen einer Funktionsfähigkeit eines Bauteils unter Verwendung der Anordnung angegeben. Das Verfahren zum Überprüfen der Funktionsfähigkeit umfasst folgende Verfahrensschritte:

- 30 a) Bestimmen eines Ist-Wertes mindestens einer bestimmten elektrischen Eigenschaft der Kontrollstruktur, wobei eine elektrische oder elektromagnetische Kopplung zwischen Kontrollstruktur (4) und Kontrollvorrichtung (3) hergestellt wird,
- 35 b) Vergleich des Ist-Wertes der elektrischen Eigenschaft mit einem die Funktionsfähigkeit des Bauteils wiedergebenden Soll-Werts der elektrischen Eigenschaft.

Die elektrisch leitfähige Kontrollstruktur ist ein beliebiges strukturiertes Netzwerk aus Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten. Größe, Form und Leitermaterial der Kontrollstruktur und die feste Verbindung der

5 Kontrollstruktur und des Bauteils sind derart gewählt, dass sich die Degradation des Bauteils in einer Degradation der Kontrollstruktur fortsetzt. Die Degradation der Kontrollstruktur führt zu einer Änderung der elektrischen

10 Eigenschaft der Kontrollstruktur. Diese Änderung wird durch den Vergleich des Ist-Werts und des Soll-Werts der elektrischen Eigenschaft der Kontrollstruktur erfasst. Mit dem Bestimmen der elektrischen Eigenschaften der Kontrollstruktur ist ein Überprüfen eines Zustands und damit

15 das Überprüfen der Funktionsfähigkeit des Bauteils möglich.

Zum Überprüfen des Zustandes des Bauteils ist die Kontrollstruktur beispielsweise an einer kritischen Stelle des Bauteils angebracht. Ein Auftreten der Degradation des

20 Bauteils an der kritischen Stelle führt dazu, dass die Funktionsfähigkeit des Bauteils nur eingeschränkt oder gar nicht mehr gewährleistet wäre.

Das Bauteil ist beispielsweise ein eingangs beschriebenes

25 Hitzeschild. Die Funktionsfähigkeit des Hitzeschildes ist nur dann gewährleistet, wenn ein sich vom Rand des Hitzeschildes in Richtung Mitte des Hitzeschildes ausbreitender Riss eine bestimmte kritische Länge nicht überschreitet. Die kritische Stelle des Hitzeschildes wäre in diesem Beispiel durch einen

30 bestimmten Abstand vom Rand des Hitzeschildes in Richtung Mitte des Hitzeschildes festgelegt. Die Kontrollstruktur ist an der Oberfläche des Hitzeschildes in diesem Abstand beispielsweise ringförmig um die Mitte des Hitzeschildes angebracht.

Die beschriebene Anordnung aus Hitzeschild und Kontrollvorrichtung kann vorteilhaft auch dazu benutzt werden, um eine Anwesenheit des Hitzeschildes in der Brennkammer zu überprüfen. Liefert die Kontrollstruktur ein
5 entsprechendes Signal, so ist das Hitzeschild vorhanden. Die Funktionsfähigkeit des Hitzeschildes ist gewährleistet. Ist dagegen kein entsprechendes Signal detektierbar, so ist entweder die Degradation des Hitzeschildes so weit fortgeschritten, dass die Kontrollstruktur zerstört ist, oder
10 das Hitzeschild mit der Kontrollstruktur ist nicht mehr vorhanden. In beiden Fällen ist die Funktionsfähigkeit des Hitzeschildes nicht mehr gewährleistet. Durch ein ständiges Überprüfen während einer Betriebsphase des Hitzeschildes bzw. der Brennkammer mit dem Hitzeschild kann auf die Degradation
15 oder das Fehlen des Hitzeschildes sehr schnell reagiert werden. Ein mit der Degradation oder dem Fehlen des Hitzeschildes verbundener Folgeschaden kann beträchtlich eingeschränkt werden.

20 In einer besonderen Ausgestaltung ist die Degradation des Bauteils und/oder die Degradation der Kontrollstruktur aus der Gruppe Verformung und/oder Materialabtrag und/oder Rissbildung und/oder Rissausbreitung ausgewählt. Beispielsweise tritt bei dem Bauteil als Verformung eine
25 Verbiegung auf. Wenn die mit dem Bauteil verbundene Kontrollstruktur aus einem spröden, elektrisch leitfähigen Material besteht, kann die Verbiegung des Bauteils zu einem Riss oder einem Bruch der Kontrollstruktur führen. Damit würde sich beispielsweise ein elektrischer Gleichstrom-
30 Widerstand der Kontrollstruktur ändern. Der Nachweis der Verbiegung erfolgt durch den Vergleich des Ist-Werts des elektrischen Gleichstrom-Widerstands der Kontrollstruktur mit dem Soll-Wert des elektrischen Gleichstrom-Widerstands. Die Verbiegung ist auch erfassbar, ohne dass das Bauteil direkt
35 zugänglich ist.

In einer besonderen Ausgestaltung weist die Kontrollstruktur mindestens einen elektrischen Schwingkreis auf. Insbesondere ist die bestimmte elektrische Eigenschaft der Kontrollstruktur aus der Gruppe Gleichstrom-Widerstand und/oder Impedanz und/oder Hochfrequenz-Resonanz-Eigenschaft ausgewählt. Somit gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Degradation des Bauteils zu erfassen. Die angegebenen Verfahren können einzeln oder in Kombination mit einander durchgeführt werden.

Das Erfassen der Degradation erfolgt beispielsweise durch eine Resonanzmessung. Dies ist bei einer Kontrollstruktur in Form eines Schwingkreises möglich. Der Schwingkreis wirkt als Resonator für ein Hochfrequenzsignal. Mit Hilfe einer Antenne kann das Hochfrequenzsignal in den Schwingkreis eingekoppelt werden. Das Hochfrequenzsignal wird vom Schwingkreis wieder abgestrahlt und kann von derselben oder einer anderen Antenne erfasst werden. Eine Beschädigung einer Leiterbahn des Schwingkreises führt zu einem veränderten Resonanzverhalten bezüglich einer Frequenz und/oder Amplitude und/oder Phase des Hochfrequenzsignals. Auf diese Weise ist insbesondere eine Degradation eines nicht zugänglichen Oberflächenabschnitts eines Bauteils erfassbar. Die Möglichkeit des Erfassens der Degradation ist dabei nicht von einer Dicke der Hitzeschilde begrenzt. Zum Erfassen der Degradation braucht das Bauteil nur mit der Antenne abgetastet werden. Beispielsweise ist auf der Rückseite des Hitzeschildes einer Brennkammer, die im eingebauten Zustand nicht zugänglich ist, ein Schwingkreis angebracht. In einer Standphase der Gasturbine erfolgt das Erfassen eines Risses durch einfaches Aufsetzen der Antenne auf das Hitzeschild im Innenraum der Brennkammer. Innerhalb kürzester Zeit kann auf diese Weise eine Vielzahl von Hitzeschilden auf ihre Funktionsfähigkeit hin überprüft werden.

Alternativ dazu kann auch der Gleichstrom-Widerstand gemessen werden. Eine teilweise oder vollständige Unterbrechung einer Leiterbahn der Kontrollstruktur führt zu einer Veränderung des Gleichstrom-Widerstands der Kontrollstruktur.

- 5 Beispielsweise weist das Bauteil zur elektrischen Kontaktierung einer nicht zugänglichen Kontrollstruktur eine elektrische Durchkontaktierung (Via) auf. Über die Durchkontaktierung kann der Gleichstrom-Widerstand der Kontrollstruktur gemessen werden. Bei einem in der
- 10 Brennkammer eingebauten Hitzeschild kann der Gleichstrom-Widerstand beispielsweise dadurch gemessen werden, dass die Kontrollstruktur durch einen Spalt zwischen benachbarten Hitzeschilden hindurch elektrisch kontaktiert wird.
- 15 Zum Überprüfen der Funktionsfähigkeit des Bauteils kann auch eine Impedanzmessung durchgeführt werden. Dabei wird eine frequenzabhängige Impedanz der Kontrollstruktur gemessen. Die Impedanz ändert sich ebenfalls, wenn die Leiterbahn der Kontrollstruktur beschädigt ist. Die elektrische
- 20 Kontaktierung erfolgt wie bei der Widerstandsmessung.

- Ein Kombination der drei angegebenen Messverfahren ist zur Bestimmung der Funktionsfähigkeit der Kontrollstruktur vorteilhaft. Es kann eine Minimalfunktion der
- 25 Kontrollstruktur überprüft werden.

- In einer besonderen Ausgestaltung weist die Kontrollstruktur mindestens ein aus der Gruppe metallischer Leiter und/oder keramische Leiter ausgewähltes elektrisch leitfähiges
- 30 Leitematerial auf. Denkbar ist beispielsweise, dass die Kontrollstruktur aus einem sogenannten Cermet aufgebaut ist. In dem Cermet sind Partikel eines metallischen Leiters in einer Keramik derart verteilt, dass eine bestimmte elektrische Leitfähigkeit resultiert. Alternativ dazu kann
- 35 die Kontrollstruktur aus einem elektrisch leitfähigen, keramischen Material bestehen. In beiden Fällen liegt ein

sprödes Leitermaterial vor. Eine Riss im Bauteil kann sich als Riss in der Kontrollstruktur fortsetzen.

- Das Bauteilmaterial des Bauteils und das Leitermaterial der Kontrollstruktur können aus völlig verschiedenen Materialien mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften bestehen. Beispielsweise besteht das Bauteil aus einem Metall. Aufgrund einer Duktilität des Metalls kann es zu einer Degradation des Bauteils in Form einer Verbiegung kommen. Damit die Verbiegung mit Hilfe der Kontrollstruktur bestimmt werden kann, wird beispielsweise die Kontrollstruktur elektrisch isolierend auf der Oberfläche des Bauteils aufgebracht. Als elektrischer Isolator fungiert beispielsweise eine Keramik. Wenn nun die Kontrollstruktur aus einem spröden Leitermaterial gebildet ist, führt die Verbiegung des Bauteils zu einem Riss in der Kontrollstruktur. Eine elektrische Eigenschaft der Kontrollstruktur ändert sich. Dadurch ist die Verbiegung des Bauteils nachweisbar.
- In einer besonderen Ausgestaltung weisen ein Bauteilmaterial des Bauteils und das Leitermaterial der Kontrollstruktur eine im Wesentlichen gleiche mechanische Eigenschaft auf. Diese mechanische Eigenschaft ist insbesondere aus der Gruppe Temperatúrausdehnungs-Verhalten und Bruchzähigkeit ausgewählt. Bei einem Bauteil in Form eines Hitzeschildes tritt zwischen einer Betriebsphase und einer Standphase der Gasturbine ein sehr großer Temperaturunterschied auf. Im Betrieb wird beispielsweise im Innenraum der Brennkammer eine Temperatur von bis zu 1500 °C erreicht. Durch das im Wesentlichen gleiche Temperatúrausdehnungs-Verhalten ist gewährleistet, dass der Kontakt zwischen der Kontrollstruktur und dem Bauteil auch während eines Wechsels zwischen Betriebsphase und Standphase bestehen bleibt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Bruchzähigkeit des Bauteilmaterials und des Leitermaterials im Wesentlichen gleich sind. Insbesondere dadurch wird erreicht, dass sich

ein Bruch oder ein Riss im Bauteil in die Kontrollstruktur fortsetzen kann.

5 Neben den im Wesentlichen gleichen mechanischen Eigenschaften ist es vorteilhaft, wenn sich das Bauteilmaterial und das
Leitermaterial durch eine zumindest ähnliche Stabilität
gegenüber einem äußeren Einfluss auszeichnen. Der äußere
Einfluss ist beispielsweise eine Atmosphäre oder eine
10 Temperatur, der das Bauteil und/oder die Kontrollstruktur
während des Betriebs ausgesetzt sind. Beispielsweise tritt
auf dem Oberflächenabschnitt des Hitzeschildes, der dem
Innenraum abgekehrt ist, im Betrieb der Brennkammer eine
Oberflächentemperatur von bis zu 800°C auf. Das
15 Leitermaterial der Kontrollstruktur ist daher vorteilhaft bis
zu 800°C temperaturbeständig.

In einer weiteren Ausgestaltung ist die Kontrollstruktur an
einem Oberflächenabschnitt des Bauteils und/oder im Volumen
des Bauteils angeordnet. Zum Herstellen der Anordnung wird
20 beispielsweise als Bauteilmaterial des Bauteils und/oder als
Leitermaterial der Kontrollstruktur eine Keramik verwendet,
Zum festen Verbinden des Bauteils und der Kontrollstruktur
wird dazu ein gemeinsames Sintern des Bauteils und der
Kontrollstruktur durchgeführt. Beispielsweise wird auf dem
25 Oberflächenabschnitt eines bereits fertigen keramischen
Bauteils eine Paste eines keramischen Leitermaterials
aufgebracht. Der Oberflächenabschnitt kann dabei von einer im
Bauteil befindlichen Nut mit der Form der herzustellenden
Kontrollstruktur gebildet sein. Zum Aufbringen der Paste
30 eignet sich beispielsweise ein Siebdruckverfahren oder eine
Maskenverfahren. Das Leitermaterial wird dabei je nach
Anforderung als Schleife, Spirale oder Mäander aufgetragen.
Maßgebend sind hier die Art, Form und Toleranzgrenze der zu
erfassenden Degradation. Durch gemeinsames Sintern bei einer
35 Sintertemperatur der Paste bildet sich dann aus der Paste die
Kontrollstruktur mit dem keramische Leitermaterial. Denkbar
ist auch, dass das Bauteil in Form eines keramischen

Grünkörpers vorliegt und auf den keramischen Grünkörper die Paste des keramischen Leitermaterials aufgetragen wird. Durch ein gemeinsames Sintern, bei dem sowohl ein Verdichten des keramischen Bauteilmaterials des Bauteils als auch ein
5 Verdichten des keramischen Leitermaterials der Kontrollstruktur stattfindet, wird die Anordnung hergestellt.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Kontrollstruktur im Volumen des Bauteils angeordnet. Dies
10 gelingt beispielsweise dadurch, dass das Bauteil aus mehreren Schichten besteht. Die Schichten werden zusammen mit der Kontrollstruktur beispielsweise durch gemeinsames Sintern zusammengefügt. Es liegt ein keramischer Mehrschichtkörper vor, in dessen Volumen die Kontrollstruktur integriert ist.
15 Eine eventuell notwendige elektrische Kontaktierung für eine Impedanz- oder Widerstandsmessung erfolgt vorteilhaft über eine elektrische Durchkontaktierung.

Zusammenfassend ergeben sich mit der Erfindung folgende
20 besonderen Vorteile:

- Mit der vorliegenden Erfindung ist ein schnelles, einfaches und zerstörungsfreies Prüfverfahren zum Erfassen einer Degradation eines Bauteils möglich.
25
- Das Bauteil selbst kann eine extrem inhomogene Struktur aufweisen. Ebenso kann das Bauteil eine relativ große Bauteildicke aufweisen. Der Nachweis der Degradation ist auch unter diesen Randbedingungen möglich.
30
- Die Degradation kann auch an einem Oberflächenabschnitt des Bauteils bestimmt werden, der nur schwer zugänglich sind.
- 35 - Die Funktionsfähigkeit des Bauteils kann sowohl in einer Standphase als auch in einer Betriebsphase erfolgen.

- Die Überprüfung der Funktionsfähigkeit erfolgt einfach, schnell und sicher.

Anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und der zugehörigen
5 Figuren wird im Folgenden die Erfindung näher vorgestellt.
Die Figuren sind schematisch und stellen keine
maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

Figur 1 zeigt eine Degradation eines Bauteils, die sich als
10 Degradation der Kontrollstruktur fortsetzt.

Figur 2 zeigt eine Anordnung aus Bauteil und
Kontrollvorrichtung mit Kontrollstruktur in
perspektivischer Darstellung.

Figur 3 zeigt eine auf einem Oberflächenabschnitt des
Bauteils aufgebrachte Kontrollstruktur.

Figur 4 zeigt ein Verfahren zum Herstellen einer Anordnung
20 aus Bauteil und Kontrollvorrichtung.

Figur 5 zeigt ein Verfahren zum Überprüfen einer
Funktionsfähigkeit eines Bauteils unter Verwendung
der Anordnung.

Beispiel 1:

Die Anordnung 1 besteht aus einem Bauteil 2 in Form eines
Hitzeschildes und einer Kontrollvorrichtung 3 zum Erfassen
30 einer Degradation 5 des Bauteils 1 (Figur 2).

Die Kontrollvorrichtung 3 weist eine auf einem
Oberflächenabschnitt 10 des Hitzeschildes 1 aufgebrachte
elektrisch leitfähigen Kontrollstruktur 4 mit einer
bestimmten elektrischen Eigenschaft auf.

35 Die Kontrollvorrichtung 3 und die Kontrollstruktur 4 weisen
keine permanente elektrische Verbindung untereinander auf.

Der Oberflächenabschnitt 10 ist dem Innenraum 6 einer Brennkammer bspw. abgekehrt. Die Kontrollstruktur ist ein Schwingkreis 7 bestehend aus einer Leiterbahn 8 und einem Kondensator 9. Die zu erfassende Degradation 5 ist eine
5 Rissausbreitung eines vorhandenen Risses.

Das Hitzeschild 2 weist als Bauteilmaterial eine Keramik auf. Die Keramik ist Mullit. Das Leitermaterial der Kontrollstruktur 4 ist ein bis zu einer Temperatur von 800°C
10 beständiger, elektrisch leitfähigen keramischer Leiter. Das Leitermaterial und das Bauteilmaterial sind spröde. Sie zeigen eine im Wesentlichen gleiche Bruchzähigkeit.

Die Kontrollstruktur 4 ist auf dem Oberflächenabschnitt 10
15 des Hitzeschildes 2 derart aufgebracht, dass sich jeder Riss 5 im Hitzeschild 2, der sich vom Rand 11 des Hitzeschildes 2 in Richtung Mitte 12 des Hitzeschildes 2 ausbreitet und eine bestimmte Länge überschreitet, in der Kontrollstruktur 4
20 fortsetzt. Sobald die Länge des Risses 5 eine kritische Länge überschreitet, führt die weitere Ausbreitung des Risses 5 zu einer Degradation 17 (Rissbildung) in der Kontrollstruktur 4 (Figur 1). Die elektrischen Eigenschaften der Kontrollstruktur 4 ändern sich.

25 Zum Erfassen der Degradation der Kontrollstruktur 4 und damit zur Erfassung der Degradation 5 des Hitzeschildes 2 wird mit Hilfe einer Antenne 13 Energie in Form eines Hochfrequenz-Signals (elektromagnetisch) in den Schwingkreis 7 eingekoppelt. Auch hier ist keine direkte elektrische
30 Verbindung (feste Kabelverbindung) von Kontrollstruktur 4 und Kontrollvorrichtung 3 notwendig, da eine elektromagnetische Kopplung stattfindet.

Wenn die Kontrollstruktur 4 zerstört ist, kann die Energie nicht in die Kontrollstruktur 4 eingekoppelt werden. Mit der
35 Antenne 13, die nicht nur als Sender, sondern auch als Empfänger des Hochfrequenz-Resonanz-Signals fungiert, wird die Degradation der Kontrollstruktur 4 dadurch erfasst, dass

von der Kontrollstruktur 4 keine durch die Antenne 13 aufnehmbare Energie abgestrahlt wird.

5 Zum Erfassen der Funktionsfähigkeit des Hitzeschildes 2, das in einer Brennkammer einer Gasturbine eingebaut ist, wird in einer Standphase der Gasturbine die Hochfrequenz-Resonanz-Eigenschaft des Schwingkreises 7 überprüft (Figur 5). Es wird der augenblickliche Ist-Wert erfasst (Verfahrensschritt 51) und mit einem Soll-Wert überprüft (Verfahrensschritt 52).
10 Wenn der Ist-Wert vom Soll-Wert tolerierbar abweicht, ist die Funktionsfähigkeit des Hitzeschildes 2 gewährleistet. Die Länge eines eventuell vorhandenen Risses 5 hat eine kritische Länge noch nicht erreicht. Das Hitzeschild muss nicht ausgetauscht werden. Weichen dagegen Ist-Wert und Soll-Wert
15 nicht tolerabel voneinander ab, so ist die Funktionsfähigkeit des Hitzeschildes nicht mehr gewährleistet. Das Hitzeschild 2 muss ausgetauscht werden.

20 Zum Herstellen der Anordnung 1 werden das Hitzeschild 2 und die Kontrollstruktur 4 aneinander angeordnet und fest miteinander verbunden (Verfahrensschritte 41 und 42, Figur 4). Dazu wird eine elektrisch leitfähige, keramische Paste in Form der Kontrollstruktur 4 auf dem Oberflächenabschnitt 10 des Hitzeschildes 2 aufgetragen und gemeinsam mit dem
25 Hitzeschild 2 gesintert. Bei dem Sintervorgang findet ein Verdichten der elektrisch leitfähigen Paste zum keramischen Leiter statt.

Beispiel 2

30 Im Gegensatz zur vorhergehend beschriebenen Anordnung besteht die Kontrollstruktur 4 aus einem Netzwerk von inneren Leiterbahnen 14 und äußeren Leiterbahnen 14. Jede der Leiterbahnen 14 und 15 zeichnet sich durch einen bestimmten
35 Gleichstrom-Widerstand aus. An den von Rissen 5 unbeeinflussten Stellen des Hitzeschildes 2 sind die Leiterbahnen 14 und 15 als elektrische Kontaktstellen 16 zum

14

Bestimmen der elektrischen Eigenschaft der Kontrollstruktur bis zum Rand des Hitzeschildes 2 geführt. Die inneren Leiterbahnen 14 werden normalerweise durch Risse 5 nicht beeinflusst. Sie dienen bei der Bestimmung des Gleichstrom-
5 Widerstandes der Kontrollstruktur der Überprüfung der Kontaktstellen 16. Dazu weisen die inneren Leiterbahnen 14 einen anderen elektrischen Widerstand auf als die äußeren Leiterbahnen 15.

Die Kontrollvorrichtung 3 und die Kontrollstruktur 4 weisen
10 keine permanente elektrische Verbindung untereinander auf. Eine elektrische Verbindung (Kopplung) zwischen Kontrollvorrichtung 3 und die Kontrollstruktur 4 wird kurzzeitig bei der Bestimmung eines elektrischen Parameters (Gleichstromwiderstand, Impedanz, Kapazität..) hergestellt

15

Bei einem Riss 5 kommt es zur Erhöhung des elektrischen Gleichstrom-Widerstands der durch den Riss 5 zerstörten Leiterbahn 15.

20 Beispiel 3:

Es wird mit Hilfe der zuvor beschriebenen Anordnung eine Degradation des Hitzeschildes nicht über die Messung des Gleichstrom-Widerstandes der Kontrollstruktur 4, sondern über
25 die Messung der frequenzabhängigen Impedanz der Kontrollstruktur erfasst.

Patentansprüche

1. Anordnung (1)

aus einem Bauteil (2) und
5 mindestens einer Kontrollvorrichtung (3) zum Erfassen
einer Degradation (5) des Bauteils (2),
wobei die Kontrollvorrichtung (3) mindestens eine von
einer Funktion des Bauteils entkoppelte elektrisch
10 leitfähige Kontrollstruktur (4) mit einer bestimmten
elektrischen Eigenschaft aufweist, und
wobei das Bauteil (2) und die Kontrollstruktur (4) derart
fest miteinander verbunden sind,
dass die Degradation (5) des Bauteils (2) eine Degradation
15 (17) der Kontrollstruktur (4) und damit eine Änderung der
bestimmten elektrischen Eigenschaft der Kontrollstruktur
(4) bewirkt,

dadurch gekennzeichnet, dass

20 die Kontrollvorrichtung (3) und die Kontrollstruktur (4)
keine permanente elektrische Verbindung untereinander
aufweisen.

2. Anordnung nach Anspruch 1,

25 wobei die Degradation (5) des Bauteils und/oder die
Degradation (17) der Kontrollstruktur aus der Gruppe
Verformung und/oder Materialabtrag und/oder Rissbildung
und/oder Rissausbreitung ausgewählt ist.

30

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2,

wobei die Kontrollstruktur (4) mindestens einen
elektrischen Schwingkreis (7) aufweist.

35

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei die Kontrollstruktur (4) mindestens ein aus der
Gruppe metallischer Leiter und/oder keramischer Leiter
ausgewähltes elektrisch leitfähiges Leitermaterial
aufweist.

5. Anordnung nach Anspruch 4,
wobei ein Bauteilmaterial des Bauteils und das
Leitermaterial der Kontrollstruktur eine im Wesentliche
gleiche mechanische Eigenschaft aufweisen.

6. Anordnung nach Anspruch 5,
wobei die mechanische Eigenschaft zumindest aus der Gruppe
Temperaturausdehnungsverhalten und/oder Bruchzähigkeit
ausgewählt ist.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei die Kontrollstruktur (4) an einem
Oberflächenabschnitt (10) des Bauteils (2) und/oder im
Volumen des Bauteils (2) angeordnet ist.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei das Bauteil (2) ein Hitzeschild einer Brennkammer
ist.

9. Anordnung nach Anspruch 8, wobei die Kontrollstruktur (4)
an einem Oberflächenabschnitt (10) des Hitzeschildes (2)
angeordnet ist, der einem Innenraum (6) der Brennkammer
abgekehrt ist.

10. Verfahren zum Herstellen einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit den Verfahrensschritten:

- a) Aneinander Anordnen des Bauteils (2) und der Kontrollstruktur (4) und
- 5 b) Festes Verbinden des Bauteils und der Kontrollstruktur (4)
- c) Bereitstellen einer Kontrollvorrichtung (3), die nicht permanent mit der Kontrollvorrichtung (4) elektrisch verbunden wird.

10

11. Verfahren nach Anspruch 10,

wobei als Bauteilmaterial des Bauteils und/oder als Leitermaterial der Kontrollstruktur eine Keramik verwendet
15 wird und zum festen Verbinden des Bauteils und der Kontrollstruktur ein gemeinsames Sintern des Bauteils und der Kontrollstruktur durchgeführt wird.

20 12. Verfahren zum Überprüfen einer Funktionsfähigkeit eines Bauteils (1) unter Verwendung einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit den Verfahrensschritten:

- a) Bestimmen eines Ist-Werts mindestens einer bestimmten elektrischen Eigenschaft der Kontrollstruktur (4)
25 mittels der Kontrollvorrichtung (3),
wobei eine elektrische oder elektromagnetische Kopplung zwischen Kontrollstruktur (4) und Kontrollvorrichtung (3) hergestellt wird,
- b) Vergleich des Ist-Werts der elektrischen Eigenschaft mit
30 einem die Funktionsfähigkeit des Bauteils (1) widergebenden Soll-Werts der elektrischen Eigenschaft.

35

13. Verfahren nach Anspruch 12,

wobei die bestimmte elektrische Eigenschaft der
Kontrollstruktur aus der Gruppe Gleichstrom-Widerstand
und/oder Impedanz und/oder Hochfrequenz-Resonanz-
Eigenschaft ausgewählt wird.

5

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,

wobei das Bestimmen des Ist-Wertes der bestimmten
elektrischen Eigenschaft in einer Betriebsphase des
Bauteils und/oder in einer Standphase des Bauteils
durchgeführt wird.

10

FIG 1

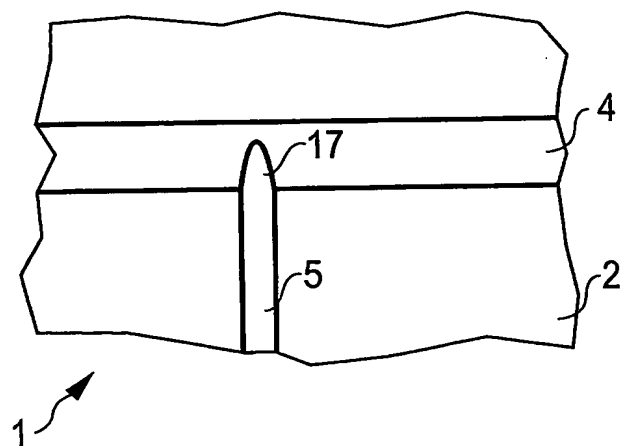


FIG 2

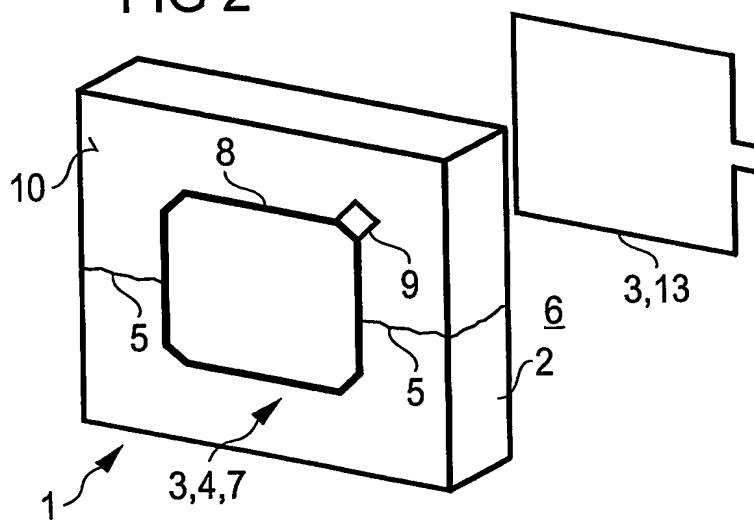


FIG 3

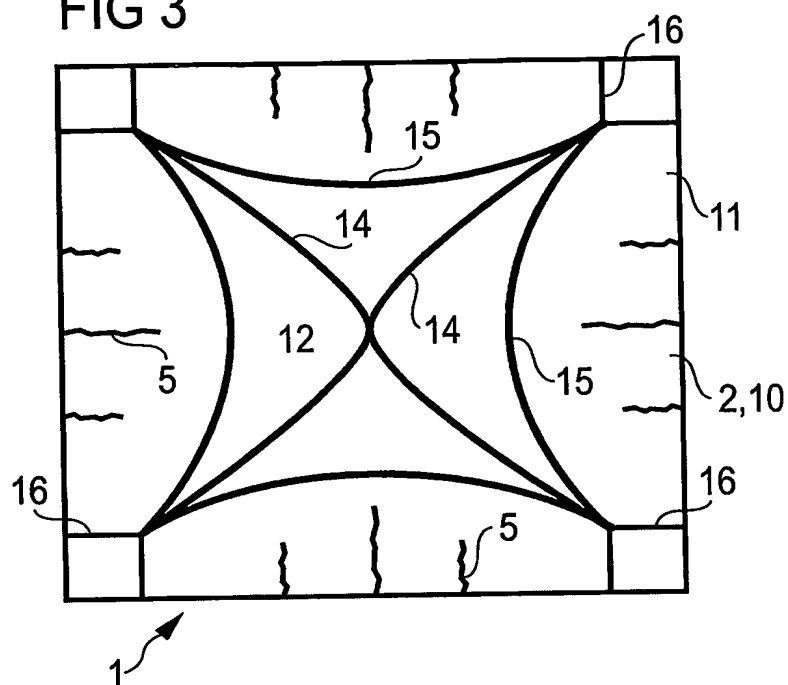


FIG 4

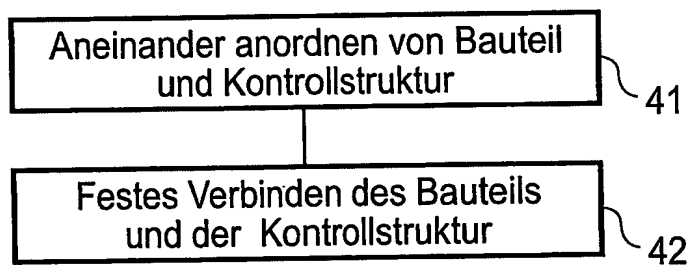
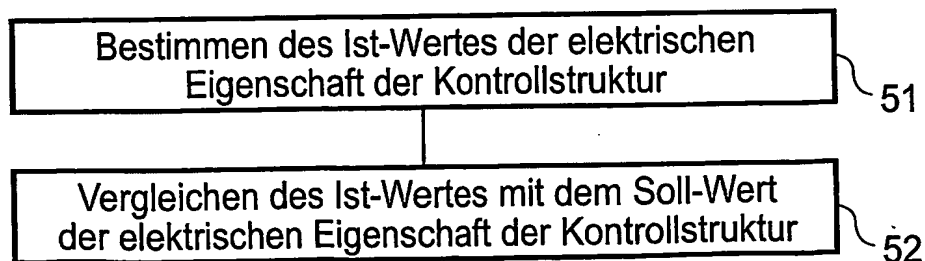


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/D/2003/01658A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01N27/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 026 660 A (UEDA KAZUO ET AL) 31 May 1977 (1977-05-31) the whole document	1-5, 7, 10
X	DE 199 23 143 A (UNIV DRESDEN TECH) 23 November 2000 (2000-11-23)	1-7, 10
Y	column 3, line 13 -column 4, line 64; figures 1-8	8, 9
Y	DE 44 19 750 C (SIEMENS AG) 22 June 1995 (1995-06-22) column 1, line 1 -column 1, line 52; claim 10	8, 9
	--- -/-- ---	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 October 2003

Date of mailing of the international search report

22/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Thomte, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No.

PCT/93/01658

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 402 (P-1777), 27 July 1994 (1994-07-27) & JP 06 118618 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 28 April 1994 (1994-04-28)	1-4, 10, 13
A	abstract	5-14
A	DE 36 36 321 A (PURVIS HOWARD A) 28 April 1988 (1988-04-28) cited in the application the whole document	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/ 3/01658

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4026660	A	31-05-1977	JP 1135753 C JP 51137299 A JP 57024280 B	14-02-1983 27-11-1976 22-05-1982
DE 19923143	A	23-11-2000	DE 19923143 A1	23-11-2000
DE 4419750	C	22-06-1995	DE 4419750 C1 EP 0686845 A2 JP 8043376 A US 5647667 A	22-06-1995 13-12-1995 16-02-1996 15-07-1997
JP 06118618	A	28-04-1994	NONE	
DE 3636321	A	28-04-1988	US 4655077 A DE 3636321 A1	07-04-1987 28-04-1988

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 G01N27/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 026 660 A (UEDA KAZUO ET AL) 31. Mai 1977 (1977-05-31) das ganze Dokument	1-5,7,10
X	DE 199 23 143 A (UNIV DRESDEN TECH) 23. November 2000 (2000-11-23)	1-7,10
Y	Spalte 3, Zeile 13 -Spalte 4, Zeile 64; Abbildungen 1-8	8,9
Y	DE 44 19 750 C (SIEMENS AG) 22. Juni 1995 (1995-06-22) Spalte 1, Zeile 1 -Spalte 1, Zeile 52; Anspruch 10	8,9
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C' zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahellegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Oktober 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/10/2003

 Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Thomte, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 402 (P-1777), 27. Juli 1994 (1994-07-27) & JP 06 118618 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 28. April 1994 (1994-04-28)	1-4, 10, 13
A	Zusammenfassung -----	5-14
A	DE 36 36 321 A (PURVIS HOWARD A) 28. April 1988 (1988-04-28) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die

den Patentfamilie gehören

Internationale Patentzeichen

PCT/D/8/01658

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4026660	A	31-05-1977	JP	1135753 C	14-02-1983
			JP	51137299 A	27-11-1976
			JP	57024280 B	22-05-1982
DE 19923143	A	23-11-2000	DE	19923143 A1	23-11-2000
DE 4419750	C	22-06-1995	DE	4419750 C1	22-06-1995
			EP	0686845 A2	13-12-1995
			JP	8043376 A	16-02-1996
			US	5647667 A	15-07-1997
JP 06118618	A	28-04-1994	KEINE		
DE 3636321	A	28-04-1988	US	4655077 A	07-04-1987
			DE	3636321 A1	28-04-1988

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.